

## Drive apparatus comprising a liquid-cooled electric motor and a planetary gear

Patent Number: EP1077522  
Publication date: 2001-02-21  
Inventor(s): ARBANAS VIKTOR (CH); ZYSSET ERNST (CH)  
Applicant(s):: SWATCH GROUP MAN SERVICES AG (CH)  
Requested Patent: ☐ [EP1077522](#)  
Application Number: EP19990115758 19990810  
Priority Number(s): EP19990115758 19990810  
IPC Classification: H02K7/116 ; H02K9/19  
EC Classification:  
Equivalents: ☐ [JP2001065647](#) (JP01065647)

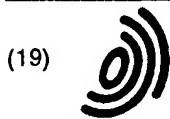
---

### Abstract

---

Driving mechanism has motor (1), and planet gearing (3) placed in casing (5). Planet gearing comprises central planet pinion (17), planet carrier (19) with planet gear (21) and ring (23), having teeth on its inner surface (24). Mechanism also has cooling circuit (62) involving positive displacement pump. Ring and planet casing (33) of planet gear constitute pump, with ring driving pump.

---



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 1 077 522 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
21.02.2001 Bulletin 2001/08

(51) Int Cl.7: H02K 7/116, H02K 9/19

(21) Numéro de dépôt: 99115758.7

(22) Date de dépôt: 10.08.1999

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Etats d'extension désignés:  
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeurs:  
• Arbanas, Viktor  
5400 Baden (CH)  
• Zysset, Ernst  
2532 Macolin (CH)

(71) Demandeur: The Swatch Group Management  
Services AG  
2501 Biel (CH)

(74) Mandataire: Laurent, Jean et al  
I C B  
Ingénieurs Conseils en Brevets SA  
Rue des Sors 7  
CH-2074 Marln (CH)

### (54) Dispositif d'entraînement comportant un moteur électrique refroidi par liquide et un engrenage planétaire

(57) L'invention concerne un dispositif d'entraînement comprenant un moteur électrique (1) refroidi par liquide et un engrenage planétaire (3). L'un des trois éléments principaux de l'engrenage planétaire, à savoir l'élément servant d'élément de réaction, entraîne la pompe volumétrique du circuit de refroidissement. De

préférence, cet élément est la couronne à denture intérieure (23) et cette couronne constitue elle-même le rotor de la pompe. Le circuit du liquide passe dans un axe creux (11) du rotor du moteur et dans un radiateur (31) incorporé au carter commun (5) contenant le moteur et l'engrenage. Un tel dispositif est applicable à l'entraînement d'une machine ou d'un véhicule.

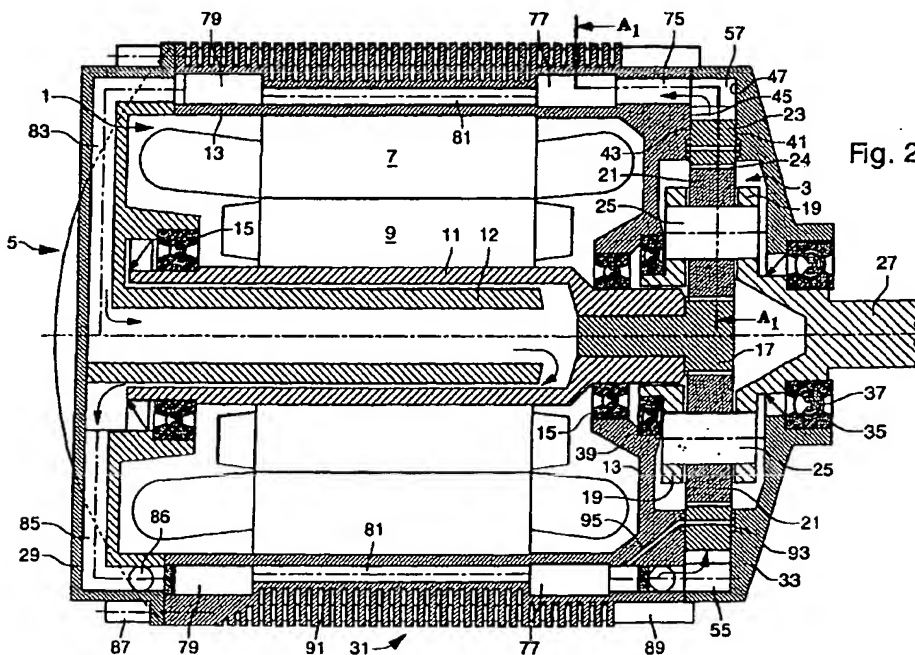


Fig. 2

EP 1 077 522 A1

## Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif d'entraînement comprenant un moteur électrique et un engrenage planétaire pourvu d'un arbre d'entrée entraîné par ledit moteur et d'un arbre de sortie, le dispositif étant pourvu d'un circuit de refroidissement dudit moteur comportant une pompe volumétrique assurant la circulation d'un liquide dans ledit circuit, l'engrenage planétaire comportant trois éléments principaux, à savoir : un pignon planétaire, un porte-satellites muni de plusieurs pignons satellites et une couronne à denture intérieure en prise avec lesdits pignons satellites, l'un de ces trois éléments principaux étant relié à l'arbre d'entrée, un autre élément étant relié à l'arbre de sortie et le troisième servant d'élément de réaction.

[0002] La chaleur produite par le moteur électrique doit être évacuée pour éviter les risques de surchauffe de celui-ci. Dans l'art antérieur, ce refroidissement peut assuré par un circuit de refroidissement passant à travers le moteur électrique et dans lequel on fait circuler un liquide de refroidissement grâce à une pompe située à l'extérieur dudit moteur électrique. Toutefois, un tel dispositif est encombrant parce qu'il nécessite une transmission mécanique entre le moteur et la pompe, ainsi que des conduits pour le liquide entre ces deux éléments et un radiateur où le liquide se refroidit.

[0003] L'invention a donc pour but de résoudre les inconvénients de l'art antérieur et de refroidir le moteur électrique à l'aide d'un dispositif particulièrement simple et compact.

[0004] Ce but est atteint à l'aide d'un dispositif d'entraînement du genre indiqué plus haut, caractérisé en ce que la pompe est entraînée par l'élément de réaction de l'engrenage planétaire.

[0005] Ainsi, on utilise pour entraîner la pompe un organe mécanique déjà présent dans le dispositif d'entraînement, ce qui simplifie la construction dans tous les cas. De plus, la pompe peut avantageusement être placée dans le même carter que l'engrenage planétaire, ce qui évite des conduits de liaison.

[0006] De préférence, l'élément de réaction est la couronne de l'engrenage planétaire et celle-ci constitue au moins une partie du rotor de ladite pompe.

[0007] De préférence, le circuit de refroidissement est pourvu d'au moins une soupape réglable, par exemple une soupape de limitation de débit, commandée par une unité électronique de commande. Ainsi, il est possible d'ajuster automatiquement le refroidissement du moteur en fonction des besoins en régulant le débit de liquide de refroidissement fourni par la pompe.

[0008] De plus, le refroidissement du moteur est possible même lorsque l'arbre de sortie est à l'arrêt. En effet, dans ce cas, on peut faire tourner le moteur en laissant tourner l'élément de réaction, ce qui fait circuler le liquide de refroidissement.

[0009] Enfin, selon une variante de réalisation de l'invention, la pompe, la soupape réglable et l'unité élec-

trique de commande constituent des moyens de régulation agissant sur l'élément de réaction pour réguler la vitesse et/ou le couple de l'arbre de sortie.

[0010] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préféré de l'invention, présenté à titre illustratif et non limitatif en faisant référence aux dessins joints, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe radiale d'un dispositif selon l'invention, comprenant un moteur électrique, un engrenage planétaire et un circuit hydraulique passant dans ces deux composants, la figure étant constituée de deux demi-coupes suivant la ligne A1-A1 de la figure 2 et la ligne A2-A2 de la figure 3,
- la figure 2 est une vue en coupe longitudinale suivant la ligne B-B de la figure 1,
- la figure 3 est une vue en coupe longitudinale de la moitié du dispositif suivant la ligne C-C de la figure 1, et
- la figure 4 est un schéma général du dispositif selon l'invention.

[0011] Le dispositif d'entraînement représenté dans les figures 1 à 3 comporte un moteur 1 et un engrenage planétaire 3 dans un carter commun 5 en deux pièces. Le moteur décrit ici est un moteur électrique, mais l'invention pourrait également s'adapter à un moteur à combustion interne. De façon classique, le moteur électrique 1 comporte un stator 7 et un rotor 9 pourvu d'un arbre creux 11. Celui-ci tourne autour d'un tube central fixe 12. L'ensemble de ces éléments est logé dans un bâti de moteur 13 sur lequel que l'arbre 11 du rotor repose par des paliers 15. Dans la suite de la description cet arbre 11 est dit "arbre d'entrée".

[0012] De façon classique également, l'engrenage planétaire 3 se compose d'un pignon planétaire 17 central, d'un porte-satellites 19 muni de plusieurs pignons satellites 21 (trois comme cela apparaît mieux en figure 1) et d'une couronne 23 munie de dents sur sa surface interne 24. Les pignons satellites 21 sont montés sur le porte-satellites 19 grâce à des axes 25 et engrènent simultanément avec le pignon planétaire 17 et la denture de la couronne 23. Le porte-satellites 19 se prolonge par un arbre 27 dit "arbre de sortie", destiné à faire tourner un élément entraîné (non représenté sur les figures) et qui peut être un élément d'une machine ou la roue d'un véhicule, par exemple.

[0013] Le moteur électrique 1, son bâti 13 et l'engrenage planétaire 3 sont montés dans le carter 5 cylindrique, réalisé en plusieurs morceaux pour permettre le montage des différents éléments. Plus précisément, ce carter 5 se compose d'un fond circulaire 29 apparaissant à gauche en figure 2, d'une partie centrale annulaire 31 munie d'ailettes et constituant un radiateur et d'une partie 33 opposée au fond 29, protégeant plus particulièrement l'engrenage planétaire 3 et dénommée ci-après carter de transmission 33. Ce carter de trans-

mission 33 présente une forme générale conique et sa partie de plus faible diamètre définit une ouverture 35 pour le passage de l'arbre de sortie 27. L'extrémité du porte-satellites 19 liée à l'arbre de sortie 27 repose sur un palier 37 logé dans cette ouverture 35. Par ailleurs, l'autre extrémité du porte-satellites repose sur un autre palier 39 reposant lui-même sur le bâti 13 du moteur électrique.

[0014] Comme illustré en figure 2, la couronne 23 présente, outre sa face interne dentée, deux faces latérales planes opposées, dites respectivement face latérale avant 41 (c'est-à-dire la face latérale visible en figure 1) et face latérale arrière 43. Par ailleurs, le bâti 13 du moteur électrique présente, dans la région située vis à vis de ladite face latérale arrière 43, une surface de contact 45 plane annulaire. De façon symétrique, le carter de transmission 33 présente dans la région située en vis à vis de la face latérale avant 41 de la couronne, une surface de contact 47 plane annulaire. Ces deux surfaces de contact 45, 47 contribuent au guidage de la couronne 23 et sont écartées entre elles d'une distance autorisant la rotation de ladite couronne, mais garantissant une bonne étanchéité avec celle-ci.

[0015] En se reportant maintenant à la figure 1, on peut voir que le carter de transmission 33 présente une surface interne 49 cylindrique et une paroi externe munie de plusieurs orifices 51 destinés à recevoir des vis le fixant au bâti 13 du moteur. La couronne 23 possède une surface extérieure 53 lisse, opposée à sa surface intérieure dentée 24. Tandis que le profil de la surface intérieure 24 est circulaire, le profil de la surface extérieure 53 est non circulaire, en l'occurrence ovale. En d'autres termes, l'épaisseur  $e$  de la couronne 23 n'est pas constante. Il en résulte deux chambres 54 symétriques et diamétralement opposées entre les surfaces 49 et 53. Ces chambres sont délimitées latéralement par les surfaces de contact 45, 47 précédemment évoquées. En direction circonférentielle, elles sont délimitées par deux segments stationnaires 59 qui coulissent radialement dans le carter 33 et sont pressés contre la surface 53 du rotor par des ressorts 61. En glissant contre ces segments, la surface 53 non circulaire fait varier le volume des chambres 54. Ainsi, selon une caractéristique importante de l'invention, la couronne 23 et le carter 33 de l'engrenage planétaire forment une pompe hydraulique volumétrique 60 (figures 4 à 6), la couronne 23 constituant le rotor de cette pompe. Selon une variante de réalisation non représentée ici, la couronne 23 peut constituer seulement une partie de ce rotor, en ce sens que l'on peut adapter sur une couronne classique (c'est-à-dire circulaire), disponible dans le commerce, deux pièces en forme de croissant pour obtenir la forme finale ovale ou análogue.

[0016] La pompe peut tourner dans les deux sens, suivant le sens du couple de réaction. Les deux chambres 54 sont reliées respectivement à des orifices d'aspiration 55 et de refoulement 57. En figure 1, la couronne 23 est censée tourner dans le sens de la flèche F1

et les orifices d'aspiration et de refoulement sont tels que représentés. Si toutefois le moteur tourne dans l'autre sens (marche arrière du véhicule), le couple de réaction fait tourner la couronne 23 dans le sens opposé (flèche F2), les orifices d'aspiration 55 deviennent alors des orifices de refoulement 57 et réciproquement, le liquide étant pompé dans l'autre sens.

[0017] Enfin, on notera que la couronne 23 constituant le rotor de la pompe n'a pas besoin d'être centrée avec précision dans le carter de planétaire, car les segments 59 contre elle par des ressorts 61 lui permettent d'avoir un jeu radial vis-à-vis de la surface 49 du carter 33.

[0018] La structure générale du dispositif d'entraînement est décrite en faisant référence au schéma de la figure 4, où sont représentés le moteur électrique 1, l'engrenage 3 et la pompe de liquide de refroidissement 60, ainsi que le circuit 62 du liquide de refroidissement qui est avantageusement de l'eau. Ce circuit débute aux orifices de refoulement de la pompe 60 et forme une boucle fermée pour revenir aux orifices d'aspiration de cette pompe. Ce circuit est symétrique et comprend une paire de soupapes réglables de limitation de débit 63, situées chacune en aval de chaque orifice de refoulement. Une dérivation en parallèle à chaque soupape 63 comporte un clapet anti-retour 65. Ce circuit 62 est symétrique de façon à permettre la rotation de la pompe dans les deux sens. L'unité électronique 67 peut contenir un programme qui gère automatiquement le débit du liquide de refroidissement, ainsi que la pression de refoulement de la pompe et donc le couple de réaction exercé par le liquide sur l'engrenage planétaire.

[0019] Les soupapes réglables 63 sont pilotées automatiquement par une unité électrique de commande 67 qui peut recevoir des signaux de capteurs indiquant par exemple les vitesses de rotation des arbres d'entrée 11 et de sortie 27, la température du moteur 1, etc. Le circuit de refroidissement traverse en outre le radiateur 31 et le moteur électrique 1 avant de retourner à la pompe 60 en traversant le clapet anti-retour 65. En outre, le circuit peut être raccordé à un réservoir de liquide ou à un accumulateur hydraulique 73.

[0020] Le circuit du liquide de refroidissement à travers le moteur va maintenant être décrit plus en détail en faisant référence aux figures 1 à 3.

[0021] Comme illustré sur la coupe de la figure 2, lorsque le liquide issu de l'orifice de refoulement 57 a traversé la soupape 63 représentée à la figure 5, il pénètre via un conduit 75, dans un premier canal annulaire 77 qui s'étend sur toute la périphérie du moteur, puis le liquide traverse un faisceau de conduits de refroidissement 81 du stator pour rejoindre un deuxième canal annulaire 79 semblable au canal 77, à l'autre bout du moteur. Comme illustré en figure 1, les conduits de refroidissement 81 sont disposés sensiblement sur toute la circonférence du stator. Ils peuvent présenter en coupe une forme quelconque. Ensuite, le liquide de refroidissement sort du deuxième canal annulaire 79 et pénètre

via un conduit radial 83 dans le tube central 12, d'où il sort pour passer entre ce tube 12 et la surface interne de l'arbre creux du moteur, où il pénètre de la chaleur du rotor. Le liquide passe alors dans un autre conduit radial 85 et pénètre par un orifice 86 dans le radiateur 31. Celui-ci comporte un canal collecteur 87 relié à un autre canal collecteur 89 via un faisceau de tubes de refroidissement 91 traversant les ailettes du radiateur 31 sur la totalité de sa longueur. Enfin, le liquide de refroidissement sort du canal collecteur 89 pour rejoindre l'orifice d'aspiration 55. Les deux canaux 87 et 89 s'étendent chacun sur un peu moins de la moitié de la circonférence du moteur, comme on peut le voir en figure 1, où l'on voit aussi que les tubes 91 du radiateur 31 ont une section circulaire.

[0022] Il faut remarquer que le radiateur 31 pourrait être conçu différemment selon les besoins, par exemple être disposé d'un seul côté du moteur afin d'être bien exposé à un courant d'air. Ce courant d'air pourrait être produit par un ventilateur et être guidé par un capot en tôle recouvrant le radiateur.

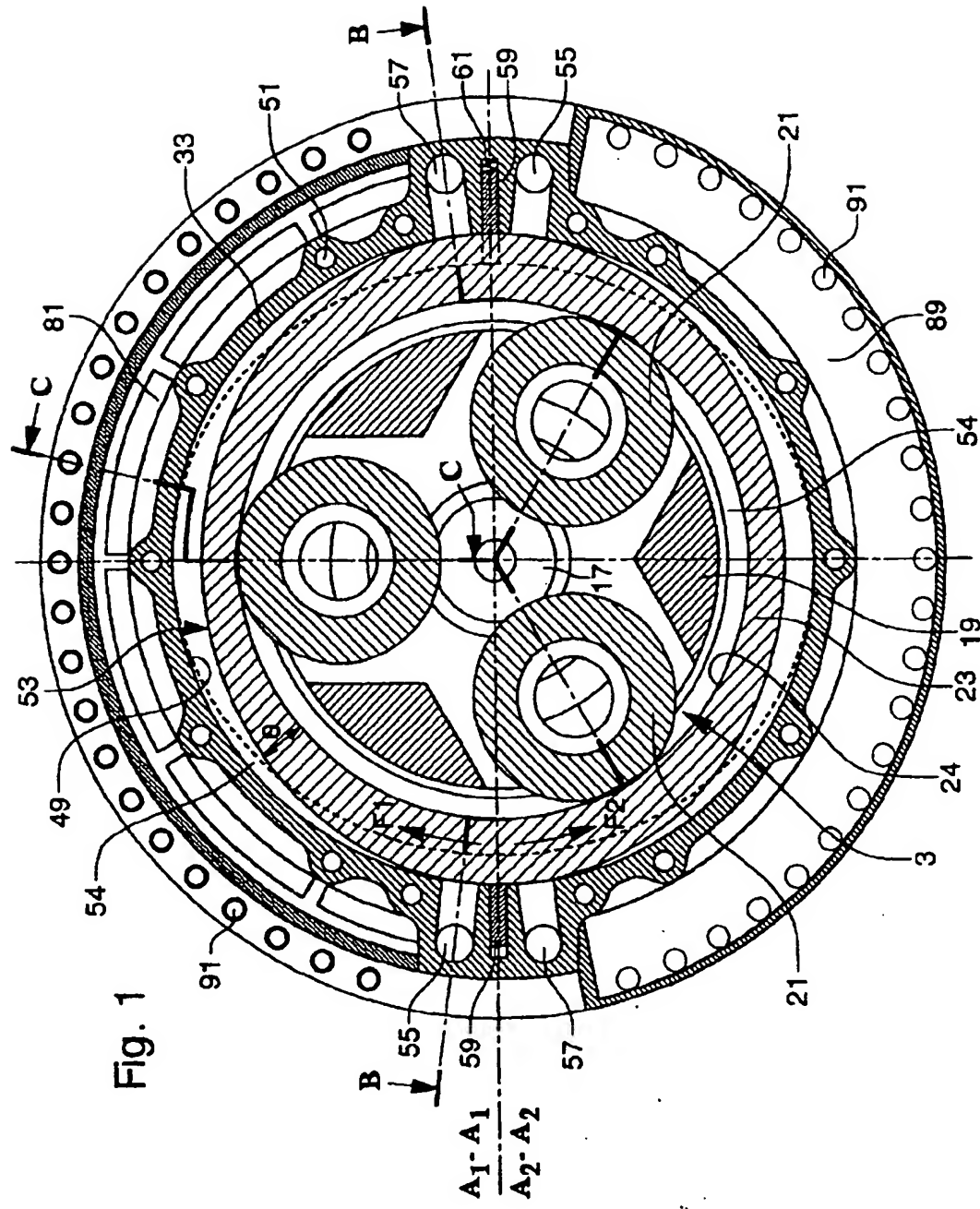
[0023] En figure 2, on peut observer que les surfaces de contact 47, 45 respectivement du bâti de moteur 13 et du carter de transmission 33 sont munies de rainures 93. En outre, le bâti de moteur 13 présente un alésage 95 reliant les rainures 93 à l'entrée du canal annulaire 77. En effet, le liquide de refroidissement étant de préférence de l'eau, les rainures 93 permettent de récupérer les fuites d'eau qui autrement pourraient pénétrer dans l'engrenage planétaire.

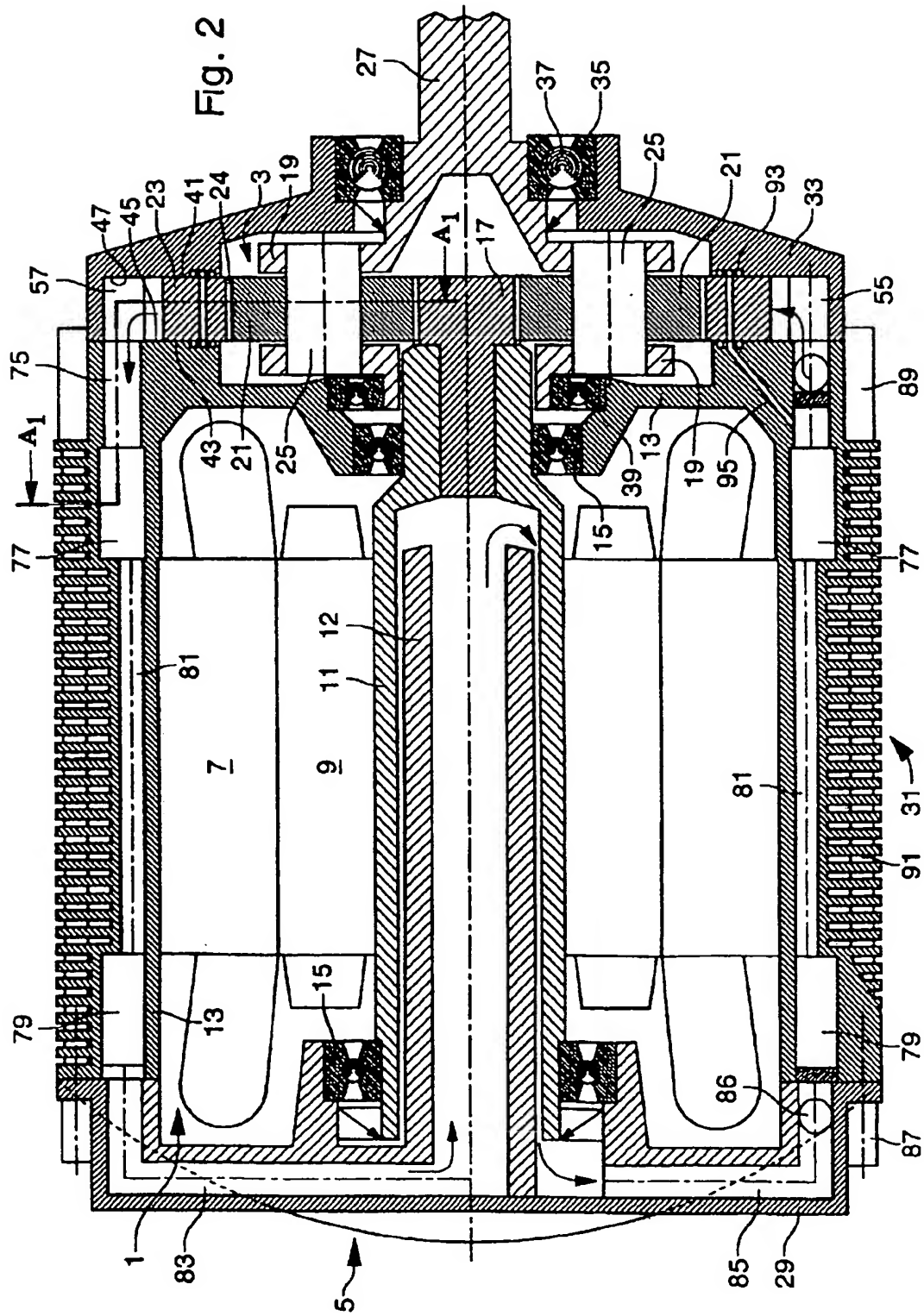
#### Revendications

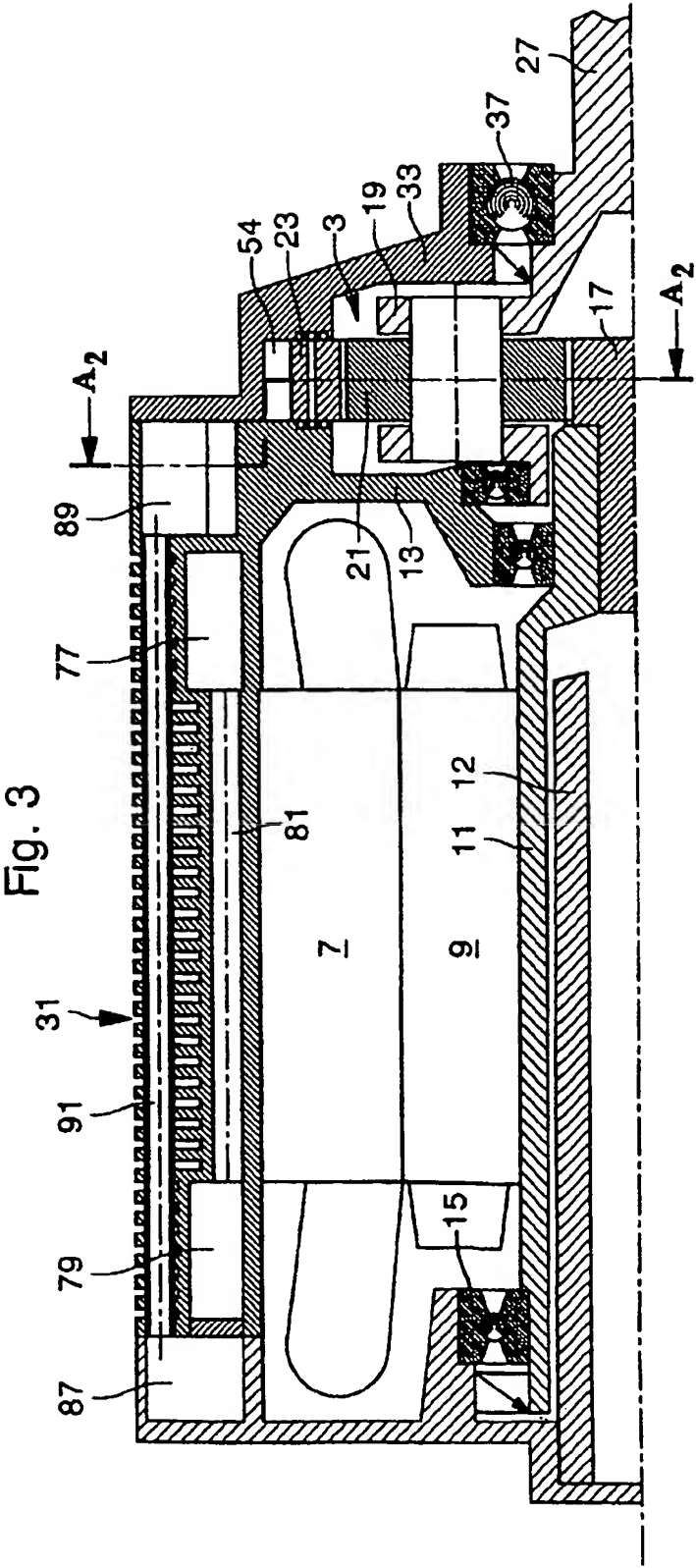
1. Dispositif d'entraînement comprenant un moteur électrique (1) et un engrenage planétaire (3) pourvu d'un arbre d'entrée (11) entraîné par ledit moteur et d'un arbre de sortie (27), le dispositif étant pourvu d'un circuit de refroidissement (62) dudit moteur (1) comportant une pompe volumétrique (60) assurant la circulation d'un liquide dans ledit circuit, l'engrenage planétaire (3) comportant trois éléments principaux, à savoir : un pignon planétaire (17), un porte-satellites (19) muni de plusieurs pignons satellites (21) et une couronne (23) à denture intérieure en prise avec les pignons satellites, l'un de ces trois éléments principaux étant relié à l'arbre d'entrée, un autre élément étant relié à l'arbre de sortie et le troisième servant d'élément de réaction, caractérisé en ce que la pompe est entraînée par l'élément de réaction de l'engrenage planétaire.
2. Dispositif d'entraînement selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément de réaction est la couronne (23) de l'engrenage planétaire.
3. Dispositif d'entraînement selon la revendication 2, caractérisé en ce que la couronne (23) constitue au

moins une partie du rotor de ladite pompe.

4. Dispositif d'entraînement selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'un carter (33) de l'engrenage planétaire constitue aussi le carter de ladite pompe.
5. Dispositif d'entraînement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit arbre d'entrée (11) est un arbre creux du rotor (9) du moteur électrique et en ce que le circuit de refroidissement passe à l'intérieur dudit arbre creux.
6. Dispositif d'entraînement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le circuit de refroidissement est entièrement contenu dans un carter commun (5) contenant le moteur et l'engrenage planétaire.
7. Dispositif d'entraînement selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit carter commun (5) est pourvu, sur sa périphérie, d'un radiateur (31) dans lequel passe le circuit de refroidissement.
8. Dispositif d'entraînement selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moteur (1) et la pompe (3) sont agencés pour tourner dans les deux sens.
9. Dispositif d'entraînement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le circuit de refroidissement est pourvu d'au moins une soupape réglable commandée par une unité électronique de commande (67).
10. Dispositif d'entraînement selon la revendication 9, caractérisé en ce que ladite soupape est une soupape réglable de limitation de débit (63).
11. Dispositif d'entraînement selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'unité de commande électronique (67) reçoit des signaux d'au moins un capteur choisi parmi un capteur de la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée (11), un capteur de la vitesse de rotation de l'arbre de sortie (27) ou un capteur de la température du moteur (1).
12. Dispositif d'entraînement selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que la pompe (3), la soupape réglable (63), l'unité électronique de commande (67) constituent des moyens de régulation agissant sur l'élément de réaction pour réguler la vitesse et/ou le couple de l'arbre de sortie (27).

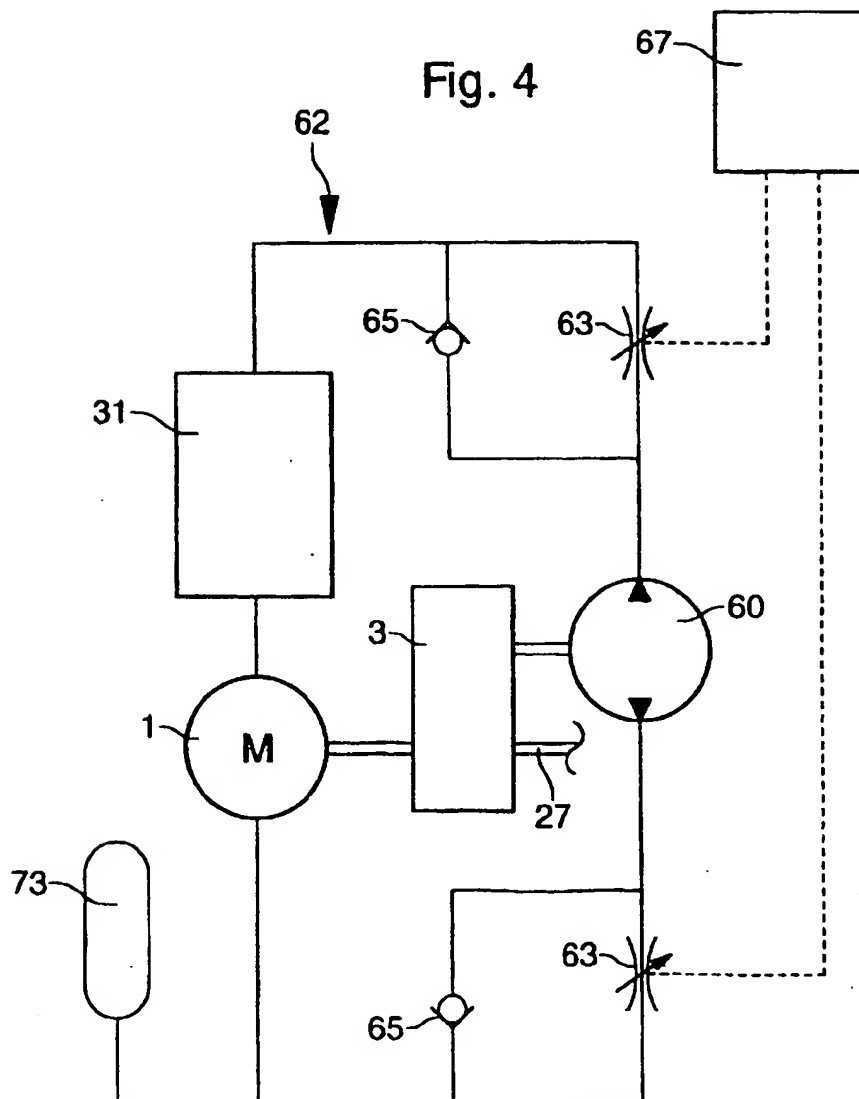








**Fig. 4**





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 99 11 5758

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	EP 0 785 612 A (ABB DAIMLER BENZ TRANSP) 23 juillet 1997 (1997-07-23) * colonne 3, ligne 30 - colonne 4, ligne 47; figures 1-3 *	1-12	H02K7/116 H02K9/19
A	US 5 127 485 A (MINEZAWA YUKIHIRO ET AL) 7 juillet 1992 (1992-07-07) * colonne 5, ligne 15 - colonne 6, ligne 35; figures 1-4 *	1-12	
A	EP 0 660 492 A (ABB VERKEHRSTECHNIK) 28 juin 1995 (1995-06-28) * colonne 2, ligne 20 - colonne 3, ligne 12; figures 1-4 *	1-12	
A	DE 197 32 637 A (DAIMLER BENZ AG) 4 février 1999 (1999-02-04) * colonne 2, ligne 26 - colonne 3, ligne 12; figures 1-3 *	1-12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			H02K
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>MUNICH</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>12 janvier 2000</b>	Examineur <b>Tangocci, A</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : entière - plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 03 02 (P04002)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 99 11 5758

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

12-01-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0785612 A	23-07-1997	AUCUN	
US 5127485 A	07-07-1992	JP 2013246 A	17-01-1990
		JP 2662416 B	15-10-1997
		JP 2055552 A	23-02-1990
		JP 2957585 B	04-10-1999
		JP 2119550 A	07-05-1990
EP 0660492 A	28-06-1995	AT 157822 T	15-09-1997
		DE 59403962 D	09-10-1997
DE 19732637 A	04-02-1999	FR 2767425 A	19-02-1999

EPO FORM P4460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82